

1948.

Ei tid leigde han bustadhus fleire km frå bruket. Seinare bygde han bustadhus med husdyrrom i kjellaren og eit tillegg til den. Til bustadhuset fekk han 1500,— kr. av staten. Det var vanskeleg å få byggjeløyve til driftsbygning. Av denne grunn vart byggjefreisten forlengd.

Seinare har driftsbygningen vorte utvida. F.t. arbeider Tveit med modernisering av denne bygningen.

vida fleire gonger. Til i dag har Karl Tveit fulldyrka 91 dekar og kultivert 29 dekar til beite. Ved hjelp av jordloven skal han no også få ein teig på 34 dekar som høver til fulldyrking. Han er og med i Strand beitelag med 15 luter. Tveit vart enkemann i 1963. Er no gift med Synnøve, f. Grundetjern.

Dei seinare år har helsa svikta ein del.

Bruket føder i dag 20 kyr og 17 ungdyr.

## Myrmalms blestring

### *Historie sett gjennom teknologiske briller*

*Av Magne Mortenson*

*Professor i oppredn.tekn. N.T.H. 1954—1970*

Nord-Europas forhistorie deles som regel i flere epoker — etter et opprinnelig svensk system — stein-, bronse og jernalder med mange underavsnitt. Denne inndeling gir som påvist av tyske fagmenn en for skjematisk inndeling. Det var selvfølgelig en jevn utvikling med framstilling av forskjellige verktøy gjennom disse «aldre». Brukbart og effektivt steinverktøy som kunne framstilles av stedlig materiale ble ikke «umoderne», men brukt i lange tider helt ned i en jernalder. Den såkalte bronsealder har fått sitt navn vesentlig etter funn i «rikmannsgraver». — Bronse var et dyrt og sjeldent materiale for vanlig bruk. Metallet ble brukt som et luksusprodukt for smykke og praktvåpen. Først langt ute i jernalderen ble jernet dominerende over de tidligere materialer.

En riktigere inndeling av tidsepokene

vil derfor være stein — og metallalder med passe overgangsinndelinger. Det kan følgelig være av interesse teknologisk å studere utvikling av metallframstillinger. Gull er rimeligvis det først kjente metall, da det finnes i metallisk form i sanden i mange elveløp og derfor lett kan vaskes ut, og gullkornene kan hamres og støpes ved relativt lav temperatur.

De neste metaller som ble kjent, antas å være kobber, bly og sølv. I Midelhavs- og Alpeområdet fantes forekomster med relativt rik kobbermalm som lett kunne utnyttes. Spesielt på Kypros synes en tidlig kobberproduksjon å ha vært av betydning, slik at kobbernavnet er avledet av øynavnet. Kobber er et bløtt og duktilt metall, men kan til en viss grad herdes ved hamring. Bruk av kobbevåpen omtales av Homer: «Den gulhårede, blåøyde

Palass Athene med kobberspydet.» Le-geres kobber med tinn, så fåes et ganske anderledes brukbart, relativt hårdt materiale. Tinnforekomster er imidlertid sjeldne i Europa, slik at Cornwall i England var det eneste større område med mange forekomster av tinnstein og dessuten kobbermalm. Skulle bronsefremstilling i Middelhavslandene bli av større betydning, så forutsatte dette «internasjonal samhandel og trafikk» med forbindelse med Cornwall. Bronse måtte følgelig bli meget kostbart.

Det neste metall som kom mer i allminnelig bruk, var jernet, og merkelig nok delvis i form av små støpejernsmykker som bl.a. er funnet i «Steinaldergraver» i de østerrikske alpeland. Etter hvert ble det utviklet en brukbar metode for framstilling av smijern. Denne metode var basert på reduksjon av jernmalm med bruk av ved og trekull i gropovner med blåsebelg for lufttilførsel. Jernframstillingen forutsatte lett redusert råmateriale. Vanlig fast bergmalm som magnetitt lot seg ikke behandle i de små og primitive ovner med lav reduksjonstemperatur.

Følgen ble at europeisk jernfremstilling var konsentrert i områder med tilgang på lett reduserbare malmer. I Vest-Europa ble derfor jernproduksjonen først og fremst drevet i Alpelandene samt ved Leoben i Østerrike og Siegerland i Tyskland. Senere ble jernblestringen mer kjent ved utnyttelse av myrmalm, også i Skandinavia. Myrmalm dannes ved ekstraksjon med humus-surt vann av jern i silikatminerale og etterfølgende utfelling av jernoksyd i lavereliggende myrer. Der denne prosess finner stadig sted etter Schwedenborg (en av Sveriges store teknologer og videnskapsmenn i midten av det attende århundrede) nydannes en utgravd myrmalms «fløts» i løpet av vel 30 år, slik at der igjen kan graves malm.

Det sure vann vil først og fremst an-

gripe apatitt og kalkrike mineraler. Noe svakere angripes plagioklasfeltspatt og jernmagnesiaholdige mineraler. Tilbake i undergrunnen blir kvarts som kan danne bleikjordlag i kontakt med råhumussjiktet. Jern vil for en vesentlig del gå i løsning som en sur kolloidal humatforbindelse. Det sure vannet vil synke i avleiringene og følge grunnvannsstrømmen. Kommer denne strøm opp i dagflaten, som i en myr, nedenfor det hellende terreng, så vil den jernholdige løsning oksyderes av luftoksygen og delvis også spaltes ved reaksjon med organisk materiale. Jernet vil felles ut som et kompleks jernoksyd-hydrat eller myrmalm. Er det oppløst fosfor ved ekstraksjonen, så vil der dannes vanitt. I særtilfeller kan der utfelles et meget fosforrikt lag i bunnen av myren under myrmalm.

Myrmalmdannelse forutsetter spesielle geologiske og klimatiske forhold som er særpreget for Skandinavia. Lengre syd finnes derfor ikke myrmalm, — grense for myrmalmforekomster synes å være omtrent midt over den nordtyske slette, motsvarende utstrekning av avleiringene fra istiden. Isen skurte i Skandinavia vekk det gamle, forvitrede jordsmonn og malte opp en ny jord som består av ferske, lite forvitrede mineraler til en generelt sett «grå-jord».

Syd for isavsetningene består jordsmonnet vesentlig av sterkt forvitrede mineralrester som delvis er omdannet i nordlige strøk til leire og lengre syd med høyere temperatur til lateritt og bauxit som for en vesentlig del består av aluminiumoksyd. De nydannede mineraler er som regel rødfervet av utfelt jernoksyd — en kommer inn det varme «rødjord»-belte med «utlutet» fattig jord hvor organisk substans omsettes på kort tid og ikke gir mulighet for råhumus og myrdannelse som i «grå-jord»-områder. Stort sett kan det sies at dannelse av organisk jordsmonn er

en spesiell funksjon av klimaforhold i nordlige land.

Rikelig tilgang av myrsmalm medførte at Skandinavia etterhvert i Vikingtiden ble et «jernland» med etter datidsforhold meget betydelig smijern- og delvis også stålframstilling. En norsk bonde hadde 10 ganger så mye jernverktøy som en engelsk bonde. (Ifølge professor Width-Knudsen). Denne rikelighet av jern og dermed verktøy medførte fortsatt utvikling av den gamle båt- og skipsbygging, slik at i «Vikingetida» bygdes havgående skip av langt høyere kvalitet enn de tidligere «innsjøskip» som var kjent i Middelhavet. I virkeligheten skyldes Vikingetidens ekspansjon og landnåm en skandinavisk teknologisk overlegenhet over resten av Europa. Forholdene i denne tid kan best sammenlignes med utviklingen i England fra dronning Elisabeths dager og 300 år framover, da engelsk teknologi og skipsfart skapte et verdensomspennende imperium.

Det første skritt for myrsmalmblestring var selvfølgelig «prospektering» etter passe og brukbare forekomster. Myrsmalmen er som regel dekket av et myrslag på 0,5 til 1 m mektighet. Ved bruk av tynne jernstenger som stikkes gjennom myra vil en kunne fastslå om denne fører myrsmalm som er kornet og derfor vil merkes ved stikking. Er myrsmalm påvist, måtte forekomstens art undersøkes — dette ble gjort med hva en i dag ville kalle en «fysikalsk» analysemetode: Myrsmalmen bør foreligge i klumper av passe størrelse og form og gi en riktig «smak» mot tungen. Videre bør den ha «riktig» farge og ikke være forurenset med gule glinsende krystaller (svovelkis) eller å ha blå flekker (vivianitt eller jernfosfat). Slik myrsmalm er ikke brukbar.

Inneholder malmen selv etter forutgående røsting for meget svovel så gir prosessen et jern som er *varmeskjørt* og derfor ikke smibart. Tilsvarende

fører fosforinnhold i jernet til et produkt som er *kaldskjørt* og sprøtt ved vanlig temperatur.

All myrsmalm inneholder en del fosfor, men ved den lave reduksjonstemperaturen vil relativt lite fosfor forbinde seg med jernet. Blir myrsmalmen derimot *smeltet* i en *sjaktovn* fåes et fosforrikt jern som er lite brukbart for smijern og stål framstilling. Myrsmalm er derfor ikke egnet for jernframstilling ved smelting og følgelig ikke råstoff for jernframstilling etter at blestringen sluttet.

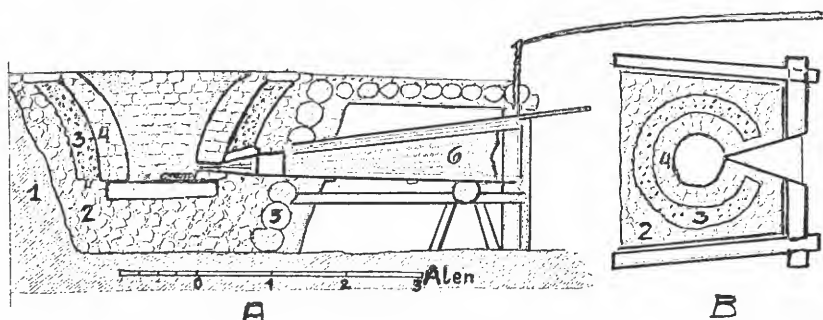
Etter påvisning av en brukbar forekomst som også fordret rikelig tilgang av ved i nabolaget, samt helst også en større jordfast stein som kunne brukes til ambolt før første smiing av utredusert jern — så kunne bonden bygge sitt eget jernverk. De første ovner for reduksjonen var enkle blestergroper. Etterhvert ble ovnstypen forbedret og fikk større produksjonsevne. Det synes derfor riktigst å beskrive drift av et ovnsanlegg (etter Schwedenborg) fra slutten av epoken med myrsmalmsblestring i det 18. århundrede. En slik ovn er vist på skissen.

*Myrsmalm — blestringsanlegg med en blåsebelg.*

For smelting i ovner brukes ved og ikke trekull. Forbruk for tre smeltinger var en «klafter» ved. En fjerdedel av veden var ca. 1 m lang og resten ca. 0,8 m. Veden var kløvd i skier med ca. 5 cm tverrmål. Den ble reist langs ovnsveggen — først de lange skier slik at skiene krysset hverandre i bunnen av ovnen. Midt i ovnen ble arrangert en åpning for trekk. Det var bortkastet arbeide å brenne veden til trekull før blestringen. I stedet ble ovnen forvarmet ved forkullingsprosessen. Når veden var forkullet, ble de glødende trekull samlet sammen med vedrestene midt i ovnsbunnen. Derpå ble påsatt ca. 10 liter myrsmalm som først

var røstet for å drive ut vann og forbrenne organisk materiale. Når myrmalmen var rødbrunvarm ble den samlet i en haug midt på ovnsbunnen og ovnen beskikket med ytterligere 8 liter malm. Når den nye besikning også var blitt rød, begynte en å blåse med belgene. Blåsinga ble etterhvert forsterket, og når chargen i midten av ovnen sank sammen, ble uredusert malm fra sidene skuffet inn i midten av ovnen. Når halvparten av trekullene var oppbrent, tilsattes ytterligere 4 liter malm.

Så snart chargen sank sammen i midten, ble restene av chargen skuffet sammen, og en blåste langsomt videre. Den reduserte jernklump ble snudd opp ned med en stang og etter passe tid i ovnen ble jernklumpen — eller «luppen» tatt ut av ovnen og sammenbanket og kløvd med øks på den jordfaste steinen. Derpå ble ovnen rensa og neste smeltekampanje påbegynt i den varme ovnen. 3 arbeidere kunne produsere 5 til 6 «lupper» à 15 til 20 kg pr. arbeidsdag.



## MYRMALMS-BLESTRINGSANLEGG MED EN BLÅSEBELG

Fig. A — Lengdesnitt av ovnen med blåsebelg.

B — Snitt av ovnen ved "stellet" for innføring av luft fra belgen.

1. Ovnen halvveis inngravd i en bakke.
2. Fundament — mur for ovnen.
5. Tømmervegg på forside av ovn.
3. Sandfylling mellom fundament og utmuret ovnsrom.
6. Blåsebelg.

Var det produserte jern av god kvalitet, så var luppen tynn og flat. Var den derimot høy og tynn og full av huller, så skyldtes dette feil ved besikningen. Det framstilte jern var i beste fall av ujevn kvalitet og produktet kunne bare brukes til smiing av grovt verktøy.

Myrmalmen er alltid mer eller mindre oppblandet med forskjellige silikatminerale. Disse danner ved blestringen et slag som smelter ved lav tem-

peratur, ca. 1200°, og består vesentlig av kalsium-jern-silikat. Farven er mørkbrun. Slagget ble tappet ut av ovnen og gjenfinnes i våre dager i hauger så blesteranleggene ofte kan stedfester ved slagghauger i utmarken.

Ved blestringen ble jernet redusert uten smelting og sintret sammen i en «luppe». Denne ble løftet ut av ovnen og ble rensa for hovedparten av innsluttet slag med uthamring mens den enda var hvitglødende. Noe slag ble

alltid igjen i luppen, og det ujevne jern måtte for bedre bruk raffineres med etterfølgende ny oppvarming og smiing eller i særlige tilfeller omsmeltes ved en spesiell stålprosess. Rest av slagget i vanlig jern ga ved uthamring et jern med mer eller mindre trådig struktur. Denne struktur kommer godt fram ved mikroskopering av polerpreparat slik at «gammelt» jern er lett å kjenne ikke bare ved mikroskopering, men også etter utseende av et friskt brudd. Slikt jern er meget vel egnet til hammersveising som utføres ved å legge to glødende stykker på hverandre og sveise dem sammen med hamring. Slagginnholdet i jernet renser fugen mellom sveisestykkene for jernoksyd (glødeskall) og muliggjør sammenveisingen. Vanlig handelsjern fra vår tid er mindre egnet for hammersveising, og for en slik prosess må sveiseflatene drysses med sand før hamring for å rense flatene. Gass-sveising av blesterjern er derimot vanskelig, da slagginnholdet fører til «koking» som gir dårlig sveisefuge.

Det framstilte ujevne jern måtte ombehandles for å gi prima smijern. Dette kunne gjøres i en vanlig smie-esse med en herd som var ca. 30 cm lang, 25 cm bred og 2,5 cm dyp. Herden beskikket med trekull og blåst med to belger. Når kullene glødet, la en en hel eller halv «luppe» oppå kullene og blåste til sveisevarme så jernet kastet gnister — derpå ble «luppen» tatt med en tang og holdt foran blåsten fra belgene slik at den smeltet og sank ned på bunnen av ovnen samtidig som en kastet sand og glødeskall på «luppen». Det danner seg da en flat luppe på ovnsbunnen. Denne luppe ble straks tatt ut av ovnen og hugget opp i emnestykker for videre bearbeiding — eventuelt sammensveisning til større stykker.

Skulle det fremstilles stål direkte i reduksjonsovn, så ble ovnen drevet kontinuerlig i tre til fire dager med

framstilling av vanlige «lupper» for å få ovnen kraftig gjennomvarmet. Når den siste luppe var tatt, ble ovnen omgående rengjort og ovnsbunnen dekket med tørr sand som ved etterfølgende smelting ble omvandlet til slagget. I første omgang tilsattes 4 liter og i annen omgang 2 liter malm. Ovnen ble ordnet slik at blesteren ble jevnt fordelt i chargen og regulert så en fikk høy og jevn temperatur i chargen. Derpå ble blesteren øket sterkest mulig for å få høyest mulig temperatur. Når halvparten av kullene var oppbrent, tilsattes igjen en liter malm og etterhvert noen håndfull sand. Når alt kull var oppbrent, tok en ut luppen som lå i et bad av slagget. Derpå ble denne etter sandpåkasting hamret på alle sider så lenge den kastet gnister, og hugget i stykker. Stykkene ble omsmidd i en smie-esse. Da stålet ikke tåler så langvarig og sterk varme som smijernet, ble denne «fersking» foretatt med relativt små stykker. Skulle der produseres større stykker, måtte dette skje med hammersveising av de mindre stykker etter stålprossen.

Ved en slik etterbehandling kunne en få 9 kg stål som kunne brukes til økser og grovt redskap.

Produksjonen i en vanlig blesterovn (Evenstad) var med 3 arbeidere i en kampanje på 4 ukers regelmessig arbeid med 5 smeltinger pr. døgn, ca. 75 kg råjern pr. døgn (Ostmunds jern). Eksklusive utgiftene til materialer, ovnsbygging etc. var utgiftene ca. 27 rd. Salgsprisen av produktet var ca. 68 rd, fortjeneste ble følgelig ca. 41 rd.

Antas kjøpe-verdi av 1 rd (1780) forsøksvis å være ca. 200 kr. (1970) så blir produksjonspris pr. kg ca. 3 kr. og salgspris tilsvarende ca. 7 kr.

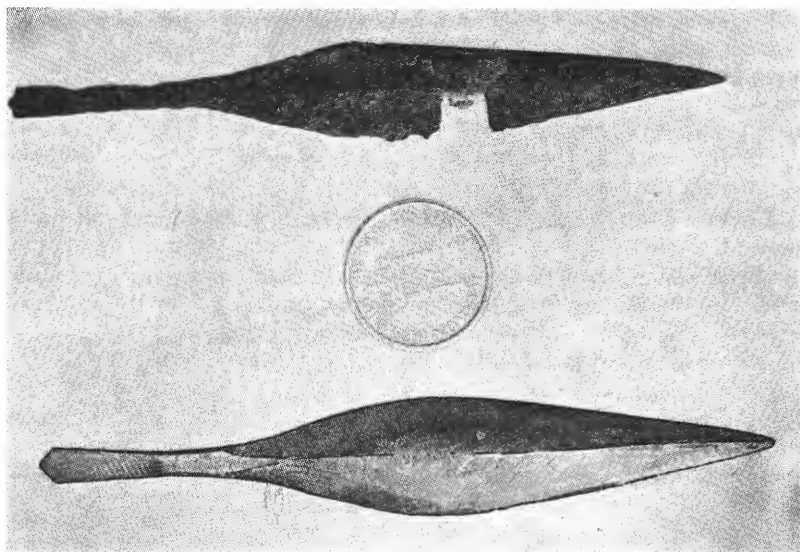
En mer spesiell prosess for ovns-smelting av smijern til stål synes utviklet i Norge (Evenstad). Prosessen var basert på omsmelting av smijernet som før smelting var uthamret til lan-

ge firkantede stenger som ble stillet vertikalt i ovnen som var fylt med glødende trekull. Med skarp blåst fikk en smeltet nedre del av jernstengene slik at jernet dryppet ned i ovnsbunnen under blestsonen som beskytter stålet. Under prosessen tilsattes sand for å lage et surt slagg med opptak av kull og derved ståldannelse. Produktet ble så tatt ut av ovnen og hugget i små stykker som ble hamret for å gi et tett stål som er ferdig for videre bearbeidelse. Av innsatt smijern fikk en

ved denne prosess omtrent den halve vekt prima stål.

Det er ukjent hvor gammel denne meget originale prosess som synes ukjent andre steder, kan være.

Framstilling av blesterjern og stål fortsatte i enkelte bygder til henimot utgangen av det 18. århundre. Prosessen ble fortrenget av Høyovnssmelting av bergmalm som etter hvert ble utviklet til stor industri med framstilling av støpejern, smijern og stål til lavere pris.



#### *Blesterjernets kvalitet.*

Generelt kan en si at blesterjernet var meget velegnet for sitt formål og av god kvalitet. Gammel spiker kan brukes om igjen etter benking, eventuelt omsmies. Det er kjent fra sagaen at bøndene i middelalderen søkte kongen om tillatelse til å brenne et gammelt leidang-skip for å samle jernmateriale for bruk i nybygging.

Det synes imidlertid ikke å være

foretatt en større, moderne undersøkelse av jernet og stålets kvalitet. Det kan derfor ha en viss grad av interesse å referere en undersøkelse av en pilespiss av stål fra Nord-Østerdal.

Pilespissen ble funnet oppe på en stein i høgfjellet og viste lite rustangrep. Det er umulig å datere spissen, men det er rimelig å anta at den er tapt under reinsdyrjakt i senest i middelalderen.

*Fotografi av pilespiss og ny kopiert kontrollspiss.*

Størrelse av spissen som veier ca. 12 g, kan bedømmes etter kronestykket som har en diameter på 25 mm.

For å bestemme arbeidstid med smiing av en pilespiss, har verksmester Vollan (NTH) velvilligst smidd en ny spiss av en jernstang av format som en kan anta motsvarer råstenger som ble levert fra de gamle «blesterverk». Verksmester Vollan lærte som ung gutt smedyrket hos en gammel smed i Sparbu i begynnelsen av 1930-årene. Han fant, når han bare brukte redskap motsvarende en bondesmeds utstyr, at en kunne regne ca. en times arbeid for smiing. Tar en også i betraktning arbeide med stålframstilling samt skaft og montering av spissen, så blir en

komplett pil ingen «billig» gjenstand som jegeren frivillig søler vekk.

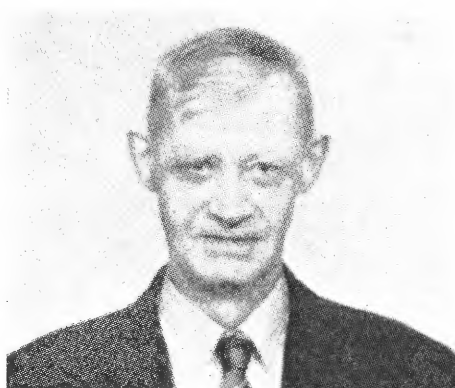
I pilespissen er saget ut et stykke — hakket etter stykket er vist på fotografiet. Det uttatte prøvestykke er analysert på kull og polert for fremstilling av mikrofotografier for å studere stålets struktur.

Den kjemiske analyse viser et kullinnhold på 1,5 % — altså et hardt stål. Hardheten er noe varierende — dette kan skyldes en «settherding» av overflaten av pilespissen.

Pilespissen som viser et fint smedarbeide, er følgende framstilt av rent kvalitetsstål som har vist seg relativt motstandsdyktig mot rustangrep når den i århundrer har ligget oppe på en stein i høgfjellet.

## Gudbrand Hartmann Paulsen

### Minneord



Mangeårig sekretær i det tidligere Selskapet Ny Jord, Gudbrand Hartmann Paulsen, døde 13. januar 1978, vel 88 år gammel

Paulsen var født i Gjerpen i Telemark. Han tok realart. i 1907, Krigsskolen i 1908 og avla eksamen ved jordbruksavdelingen, Norges Landbruks-høgskole i 1913. Etter å ha praktisert

som gårdsbestyrer i noen år, innehadde han stillingen som forvalter ved Semb hovedgård, Borre, i årene 1915—17. I årene som fulgte var han medeier og bestyrer av 2 større gårder i Sverige. I 1921 ble Paulsen ansatt som sekretær i det daværende Selskapet Ny Jord, og fikk samtidig oppdraget med å redigere selskapets tidsskrift: «Ny Jord». Sekretær Paulsen innehadde denne stilling helt til i 1959, da han sluttet etter oppnådd aldersgrense, dvs. i hele 38 år. I 1950 kjøpte Paulsen gården Sandaker i Nesodden, en gård han også drev selv i mange år, og hvor han og hans hustru har bodd hele tiden siden.

Det var en rik grotid for norsk bureisingsbevegelse da Paulsen i 1921 tiltrådte sin stilling i Selskapet Ny Jord. Paulsen var også selv sterkt grepet av denne bevegelse. For selskapet var det derfor en lykke å kunne få en mann